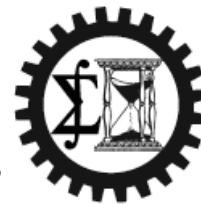




**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**CENTRO DE CIENCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ESTATISTICA E CIENCIAS ATUARIAIS**



**Eliza Zillig Souza Santana**

**PROPOSTA DE PREVISÃO DA PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DA SOJA NA  
REGIÃO NORDESTE DO BRASIL, ATRAVES DE MODELOS LINEARES  
GENERALIZADOS.**

**São Cristóvão – SE**

**2015**

**ELIZA ZILLIG SOUZA SANTANA**

**PROPOSTA DE PREVISÃO DA PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DA SOJA NA  
REGIÃO NORDESTE DO BRASIL, ATRAVES DE MODELOS LINEARES  
GENERALIZADOS.**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentada  
ao Departamento de Estatística e Ciências  
Atuariais da Universidade Federal de Sergipe,  
como parte dos requisitos para obtenção do  
grau de Bacharel em Ciências Atuariais.**

**Orientador (a): Amanda da Silva Lira**

**São Cristóvão – SE**

**2015**

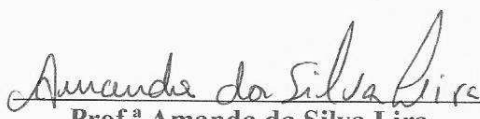
ELIZA ZILLIG SOUZA SANTANA

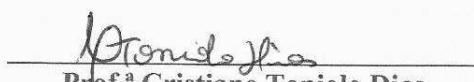
**PROPOSTA DE PREVISÃO DA PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DA SOJA NA  
REGIÃO NORDESTE DO BRASIL, ATRAVES DE MODELOS LINEARES  
GENERALIZADOS.**

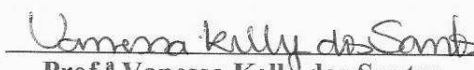
Trabalho de Conclusão de Curso apresentada  
ao Departamento de Estatística e Ciências  
Atuariais da Universidade Federal de Sergipe,  
como um dos pré-requisitos para obtenção do  
grau de Bacharel em Ciências Atuariais.

Aprovado em: 10/02/15

Banca Examinadora:

  
Prof.<sup>a</sup> Amanda da Silva Lira  
Orientadora

  
Prof.<sup>a</sup> Cristiane Toniolo Dias  
1º Examinador

  
Prof.<sup>a</sup> Vanessa Kelly dos Santos  
2º Examinador

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter dado saúde a mim e todos da minha família, e força para superar todas as dificuldades.

A minha orientadora, Amanda da Silva Lira, pelo suporte e paciência no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e muitos incentivos.

A minha mãe, pela frase: “você consegue”, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, a minha irmã Diana que esteve sempre pronta a me ajudar. Ao meu esposo por me dar a liberdade necessária e confiança sempre exigida, pelos filhos que embora não entendam a distância, mas recompensadas pelo carinho de mãe, presente mesmo em momentos que fiquei em falta, mas, que em todos os instante me apoiaram com sua paciência e espera.

Meus agradecimentos aos meus amigos de classe que me acompanharam até o final e até àqueles que ficam muito obrigada pelo companheirismo de trabalhos e estudos que fizeram parte da minha formação e que vão continuar sempre presentes em minha lembranças com certeza.

## **RESUMO**

Este trabalho teve como propósito realizar projeções da produção e exportação da soja da Região Nordeste do Brasil, através de Modelos Lineares Generalizados (MLG) e comparar com as projeções realizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por se tratar de um dos fundamentais responsáveis pelo crescimento do setor no Brasil e propor alternativa para realizar estimativas através da aplicação dos mlgs. A metodologia utilizada consiste em uma análise de dados obtidos junto ao Ministério da Agricultura para os anos de avaliações disponibilizadas de 1979 a 2013 com projeções realizadas até 2020. Sendo o software R-Project- versão 3.0.2 utilizado para análise dos dados. Os principais resultados mostraram uma trajetória crescente de aumento da produção e exportação no mercado da soja e que os mlgs podem ser utilizados para realizar projeções com bastante eficácia como a serie temporal utilizada pelo MAPA.

Palavras-chave: Agronegócio, modelos de regressão, soja.

## **ABSTRACT**

This work aimed to make projections of production and export of soybeans in the Northeast of Brazil, through generalized linear models (GLM) and compare it with the projections made by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA), for it is a fundamental responsible for the growth of the sector in Brazil and propose alternative to make estimates by applying the GLM. The methodology consists of an analysis of data obtained from the Ministry of Agriculture for the years assessments provided from 1979 to 2013 with projections to 2020. As the R-Project-v.3.0.2 software used for data analysis. The main results showed a growing trend of increased production, export in the soybean market and that glm can be used to make projections quite effectively as the time series used by MAPA.

Keywords: Agribusiness, regression models, soy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Região Nordeste do Brasil .....	19
<b>Figura 2.</b> Região de MATOPIBA.....	20
<b>Figura 3.</b> Box Plot da Produção (1993-20012) e Exportação (2004-2013) da Soja .....	33
<b>Figura 4.</b> Histograma da Produção (1993-2012) e Exportação (2004-2013) da Soja nos Nordeste Brasileiro .....	33
<b>Figura 5.</b> Resultado de diagnósticos do modelo para a Prod. da Soja na Região MAPIBA. ....	35
<b>Figura 6.</b> Diagnóstico do modelo para exportação da Soja na Região MAPIBA. ....	37
<b>Gráfico 1.</b> Recursos liberados pelo Fundeci para a pesquisa sobre a cultura de soja, por Estado .....	21
<b>Gráfico 2.</b> Projeção da Produção da Soja via MLG, sendo a linha em vermelho o valor observado e a linha em preto o valor projetado .....	37
<b>Gráfico 3</b> Projeção da Exportação da Soja na Região Nordeste do Brasil via MLG, sendo a linha em vermelho o valor observado e a linha em preto o valor projetado .....	39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Valor da produção – Mil Reais. Grande Região: Nordeste .....	17
<b>Tabela 2.</b> Dados da Região Nordeste.....	18
<b>Tabela 3.</b> Exemplos de distribuições pertencentes à família exponencial .....	28
<b>Tabela 4.</b> Resultados gerais por Estados do Nordeste que teve participação no PSR em 2013 .....	34
<b>Tabela 5.</b> Estimativas dos Parâmetros do modelo Poisson para produção da Soja no Nordeste do Brasil.....	35
<b>Tabela 6.</b> Estimativas dos Parâmetros do modelo Poisson para exportação da Soja no Nordeste do Brasil .....	36



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>12</b>
<b>3 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>13</b>
<b>4 REVISÃO TEORICA .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Agricultura no Brasil .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 Agricultura no Nordeste .....</b>	<b>16</b>
<b>4.3 Soja.....</b>	<b>19</b>
<b>4.4 Projeções Regionais .....</b>	<b>21</b>
<b>4.5 Desenvolvimento no Agronegócio e Programas de Subvenção (PSR).....</b>	<b>22</b>
<b>5 METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1 Análise Exploratória de Dados.....</b>	<b>25</b>
<b>5.2 Análise de Regressão .....</b>	<b>25</b>
<b>5.3 Os Modelos Lineares Generalizados (MLG) .....</b>	<b>26</b>
<b>5.3.1 Modelo de regressão de Poisson .....</b>	<b>28</b>
<b>5.3.2 Estimções dos parâmetros do Modelo .....</b>	<b>29</b>
<b>5.3.3 Diagnósticos do modelo .....</b>	<b>31</b>
<b>5.3.4 Aplicação dos gráficos .....</b>	<b>31</b>
<b>5.3.5 O critério de informação de Akaike – AIC .....</b>	<b>31</b>
<b>5.3.6 Ajuste do modelo no software R-project .....</b>	<b>32</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>33</b>
<b>6.1 Resultados da Produção Média da Soja para Região Nordeste: MAPIBA .....</b>	<b>35</b>
<b>6.2 Resultados da Exportação Média da Soja para Região Nordeste: MAPIBA .....</b>	<b>37</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>41</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O setor agrícola tem sido valorizado no mundo e no mercado brasileiro fazendo com que o governo intensifique cada vez mais o investimento neste setor através dos agronegócios (SANT'ANA, 2006).

O agronegócio é um conjunto de ações voltadas para o desenvolvimento da produção agrícola por meio de estudos e levantamento de dados que acompanham todas as etapas do ciclo produtivo e se divide em linha de atuação como: risco, crédito e comercialização. A análise do risco é feita através de estudos referentes a fenômenos climáticos e de agrotóxicos que visam minimizar possíveis prejuízos causados por mudanças adversas, já a linha de crédito esta relacionada aos subsídios para custeio do plantio e a comercialização é a etapa que mostra o crescimento do setor com a oferta e demanda do produto (SANT'ANA, 2006).

Com o apoio do governo, o setor ampliou os investimentos no campo aumentando a produção, gerou emprego e renda, promoveu o desenvolvimento do campo e incrementou as exportações. A projeção do agronegócio é apresentado como um meio de chegar ao desenvolvimento econômico e colocar o Nordeste num crescente mercado nacional e mundial. O resultado da adoção desta lógica trouxe alterações significativas para o território e para a organização da classe trabalhadora através do incremento da divisão social e territorial do trabalho tanto no campo como nas cidades (ELIAS, 2007) que estão próximas das áreas em que a adequação a agricultura científica (SANTOS, 2000; ELIAS, 2003) é uma realidade cada vez mais presente.

Sendo assim, o Nordeste oferece hoje condições propícias ao desenvolvimento da agricultura de mercado oferecendo, ao contrário da imagem rural apresentada pela sociedade, amplos recursos naturais, mão-de-obra a preços irrisórios e volumosos incentivos fiscais (EUDÂMIDAS, 2008).

Através destas análises o setor do cultivo da soja foi o que mais se destacou pelo fato de ser um dos que mais crescem no agronegócio nordestino. Este crescimento, em muitos casos, acontece numa velocidade antes nunca imaginada modificando rapidamente a dinâmica territorial e os fluxos econômicos incrementando o processo de urbanização nos cerrados nordestinos, tecnologia e consolidando verdadeiros oásis, no ponto de vista econômico, no sertão (EUDÂMIDAS, 2008).

A geração de tecnologias teria sido um dos fatores de motivação para que o Brasil

aumentasse sua produção de soja, ocupando assim o segundo lugar entre os maiores produtores de soja do mundo na região nordeste cooperou para disseminar o desenvolvimento local sendo de grande importância para os investimentos públicos em infraestrutura urbana, estradas, pontes e energia elétrica, dentre outros, são alavancados pelo acréscimo da arrecadação de impostos decorrente dessa atividade (SANT'ANA, 2011).

Os investimentos tecnológicos no setor agrícola fazem do agronegócio um campo moderno e eficiente aumentando a produtividade e a competitividade nacionalmente e internacionalmente. O uso ativo de insumos e mecanização financiados pelo crédito permitiu uma expansão de 50% na área agrícola nos anos 1970, sem que a produtividade média crescesse (SANT'ANA, 2006).

O crescimento econômico da produção de soja também influencia em outros setores, como comércio, assistência técnica, o comércio de máquinas e insumos agrícolas, transportes, armazenamentos e outros. Observam-se ainda problemas nas estradas, comunicação, transportes da produção o qual causa um alto custo para os produtores (SABÓIA, 2009).

Entretanto, a depender do interesse dos produtores, os cerrados nordestinos ainda têm potencial de expansão, o que necessariamente propiciará a vinda de novos investimentos para a região. A finalidade de alargar a área cultivada é evidente na maioria dos produtores, principalmente devido aos preços atraentes da soja atualmente, além do câmbio favorável, já que boa parte da soja é exportada (SABÓIA, 2009).

Desta forma, um melhor conhecimento da produção e exportação da soja para o agronegócio é de fundamental importância, pois a partir da sua caracterização pode-se traçar novos direcionamentos e projeções futuras para a agricultura, propiciando melhor tomada de decisão, informações como valor e preço de mercado para o PIB (Produto Interno Bruto), e facilitando a superação de entraves que impedem o desenvolvimento da atividade.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Este trabalho tem como propósito realizar projeções da produção e exportação da soja da Região Nordeste do Brasil, através de modelos lineares generalizados (mlg) e comparar com as projeções realizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

### **2.2 Objetivos específicos**

- Introduzir a cultura da produção e exportação da soja na área agrícola com destaque para região nordeste;
- Apresentar as tendências econômicas, tecnológicas e ambientais;
- Observar a cultura de soja como fator influenciador no desenvolvimento do PIB no Brasil e Nordeste;
- Projetar a produção e exportação da soja e justificar sua importância para o agronegócio na região Nordeste.
- Comparar a proposta de MLG's com técnicas de projeção via series temporais que o MAPA realiza para produção e exportação da soja.

### 3 JUSTIFICATIVA

A produção agrícola é projetada visando uma perspectiva futura de investimentos na agricultura tendo como referência a área, produtividade, produção e consumo. As projeções agrícolas constituem um instrumento valioso para orientação de políticas públicas essenciais para o agronegócio, agricultores de pequeno e médio porte nas diversas áreas de planejamento principalmente no dimensionamento de mercados, um estudo bem apurado com números consistentes viabilizam estudos prospectivos da demanda por diversos serviços, tais como investimento tecnológico, irrigação, além de serem fundamentais para pesquisadores e estudo de determinados segmentos do setor rural para os quais são formuladas políticas específicas para o agronegócio. A alocação correta dos recursos pode significar um atendimento de qualidade no campo, elevando assim o grau de crescimento neste setor (OKADA, 2008).

Para o setor privado a importância do trabalho se dá no sentido de indicar como o governo visualiza o futuro das principais cadeias do agronegócio, além de oferecer os resultados das projeções a partir dos quais são tomadas as decisões no âmbito privado (GASGUES, 2008).

A Agricultura para o agronegócio não só tem como objetivo principal a produção de alimentos para o consumo interno mais também a exportação, como também desenvolver e adaptar tecnologias às condições sociais, econômicas e ecológicas na região Nordeste; promover a diversificação de produtos mais resistentes ao clima e pragas; aumentar a atividade biológica do solo; preservar o solo, evitando a erosão e conservando suas propriedades físicas, químicas e biológicas; criar novas alternativas de rotas de saídas de saídas da produção; buscar a produtividade ótima e não a máxima e preservar o subsídio necessário para produtores rurais e dos consumidores. Sendo que o crescimento agrícola nestas regiões mostra que o investimento financeiro é uma das justificativas importante para investimento e crescimento produtivo na Região Nordeste e no campo do agronegócio agrícola, favorecendo a irrigação e tecnologia (COSTA, 2009).

As variáveis macroeconômicas podem impactar os estados de forma diferenciada. A revitalização da economia mundial e do comércio internacional, por exemplo, tende a beneficiar mais estados da região do Nordeste, cuja pauta é centrada no complexo de soja. As projeções de crescimento usam as estimativas de variáveis como emprego, do comércio varejista e da produção industrial de cada estado. Os investimentos públicos e privados na

região nordeste impulsionam o aumento da renda, nos setores industriais e de infraestrutura e comercio (COSTA, 2009).

## **4 REVISÃO LITERARIA**

### **4.1 Agricultura no Brasil**

A agricultura no Brasil pode ser considerada um dos setores mais dinâmicos gerando empregos renda e promovendo o êxodo rural, descentralização de bens e serviços bem como reduzindo os problemas de mobilidade social das grandes cidades e dinamizando a economia das regiões menos desenvolvidas do interior contudo para a existência de tais benefícios foi necessário a ampliação de investimentos no setor tecnológico (ALVES, 2013).

O investimento em tecnologia de correção e em melhorias químicas dos solos, bem como o desenvolvimento de novas variedades agrícolas aliado ao empreendedorismo dos produtores, impulsionou nos anos mais recentes o crescimento significativo dos setores da agricultura e da pecuária no Brasil, e transformando-os em uma das principais alavancas de crescimento econômico, entretanto tais atividades econômicas humanas, como as que constituíram os processos produtivos intensificados a partir da Revolução Industrial (final do século XVIII e início do século XIX) e que se prolongam até a atualidade, resultam em inúmeras fontes de emissão desses Gases de Efeito Estufa (GEE) como a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento, a drenagem de pântanos, as fertilizações nitrogenadas ineficientes, as queimadas e o preparo intensivo do solo, entre outras que refletem de forma direta e indireta durante o crescimento da agricultura no Brasil impondo restrições às atividades produtivas (MAPA, 2012).

Segundo Martins (2007), a escassez dos recursos se manifesta, em termos econômicos, no preço de mercado. No caso ambiental, não existe esse preço, o que causa falhas nos mercados. Dito de outra forma, muitas vezes os preços praticados não estão levando em consideração as causas externas negativas geradas no processo produtivo. Seria necessário, portanto, dimensionar esses danos, incorporando-os aos preços praticados no mercado.

Há cerca de 20 anos o agronegócio atende o abastecimento doméstico e se direciona para a exportação fazendo com que haja uma expressiva participação na economia do país com representação aproximada de 22,15% do PIB em 2012. Atualmente o país ocupa considerável posição mundial na produção agroindustrial sendo um país com aptidão natural para o agronegócio devido às suas características e diversidades, principalmente encontradas no clima favorável, no solo, na água, no relevo e na luminosidade (EMBRAPA, 2013).

Com seus 8,5 milhões de km o Brasil é o país mais extenso da América do Sul e o quinto do mundo com potencial de expansão de sua capacidade agrícola sem necessidade de agredir o meio ambiente (BINAGRI, 2012).

- 1º produtor mundial de café, açúcar e laranja.
- 1º exportador mundial de carne bovina e de aves.
- 1º produtor de cana e açúcar e líder na exportação de açúcar e etanol.
- 2º produtor mundial de soja.

A perspectiva para o agronegócio em 2014 foi de mais um ano de crescimento. O recorde de produção das lavouras previsto para este ano – que deve superar a marca de 190 milhões de toneladas – é acompanhado de números que contam com o auxílio do governo federal. Segundo estudos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o PIB do agronegócio deverá crescer 4% em 201, alcançando, pela primeira vez, a marca de R\$ 1 trilhão. Se confirmado esse resultado, o PIB do setor terá alcançado crescimento de 34% em dez anos – em 2005, foram R\$ 769,2 bilhões (MAPA, 2014). Não é nada fora do normal para os nossos produtores rurais, que, alinhados com o governo federal, vêm mostrando ao Brasil e ao mundo um desenvolvimento cada (MAPA, 2014).

## **4.2 Agricultura no Nordeste**

A Região Nordeste é a terceira maior extensão do país com 1 558 196 km<sup>2</sup>. (LAROCA, 2012). Estados da região são: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe (Figura 1). E é o território que possui maior costa litorânea, sendo que os principais rios são o rio São Francisco, rio Parnaíba, rio Jaguaribe, rio Capibaribe, rio Piranhas-Açu e rio Una, possui um clima semiárido (interior); tropical (sul da Bahia e centro do Maranhão); litorâneo úmido (região litorânea) e equatorial úmido (oeste do Maranhão).

O nordeste do Brasil tem o maior número de estados do país e com isso uma imensa variedade de cultivos como a cana-de-açúcar, algodão, tabaco, caju, cacau, manga, melão, laranja, acerola, banana e com destaque para a soja principalmente entre outros, que muitos desses para serem cultivados necessitam de projetos de irrigação viabilizando o avanço da agricultura no sertão (MIRANDA, 2014).





**Figura 1.** Região Nordeste do Brasil  
**Fonte:** <<http://ecoviagem.uol.com.br/brasil/regiao-nordeste/>>

Em relação à agricultura da região nota-se na Tabela 1 que a soja é a cultura com maior destaque no Valor da Produção Agrícola. No entanto, apesar da sua grande expressividade na região, sua produção é concentrada em poucos estados.

**Tabela 1.** Valor da Produção - Mil Reais na Região: Nordeste

Lavouras	2008	2009	2010	2011	2012
Algodão herbáceo (em caroço)	1.303.992	995.521	1.052.373	2.282.152	2.968.554
Arroz (em casca)	832.381	656.104	514.875	725.336	464.174
Cana-de-açúcar	3.377.686	3.689.073	4.039.922	4.917.794	4.305.880
Feijão (em grão)	1.642.034	980.112	1.142.063	1.404.583	678.113
Fumo (em folha)	64.567	57.017	80.116	55.780	52.942
Milho (em grão)	1.811.476	1.647.182	1.520.134	2.358.205	1.874.102
Soja (em grão)	3.386.859	2.981.034	3.024.778	4.222.269	4.840.796
Banana (cachos)	1.349.094	1.233.649	1.321.625	1.519.454	1.434.338
Coco-da-baía	579.583	530.740	536.413	604.017	579.899
Laranja	374.305	562.561	546.786	511.607	500.034
Demais	7.694.339	8.178.686	8.611.525	9.406.693	9.668.874

**Fonte:** Produção Agrícola Municipal (PAM)

A produção de soja, responsável por 17,3% do VPB (Valor Bruto da Produção) do Nordeste apresentou uma expansão anual de 26,9%, enquanto a cana-de-açúcar, segunda lavoura mais importante na geração de renda na agricultura nordestina em 2010, diminuiu 0,7%, apesar da expansão de 5,1% na área colhida. (LAROCA, 2012).

A expansão da agricultura irrigada é uma das estratégias fundamentais, inerentes às ações de política agrícola, que visa ao aumento da produtividade, intensificação racional do uso do solo e gestão de risco rural contra períodos de estiagem. Existem vários estudos sobre solos e recursos hídricos no Nordeste, mas nenhuma estimativa confiável da área que pode ser irrigada na região. Há autores que avaliam em 15 mil km<sup>2</sup> o potencial irrigável, com recursos hídricos locais, no Semi-árido nordestino, que corresponde as regiões do Seridó, Caatinga e Sertão. Para outros autores, o potencial é cerca de 25 mil km<sup>2</sup>. De acordo com a segunda estimativa, mais otimista, a conclusão é que cerca de 2% da área da região Nordeste são irrigáveis, uma vez que ela tem aproximadamente 1.640 mil km<sup>2</sup>. O pequeno percentual de terras irrigáveis decorre da baixa qualidade do solo e, o que é mais grave, da qualidade e quantidade de água. (SUASSUNA, 2008)

Vários fatores são comumente apontados como potenciais barreiras ao desenvolvimento da agricultura nordestina, entre eles questões ambientais, deficiência logística, atraso tecnológico, falta de crédito, falta de assistência técnica e o principal é a seca do Nordeste que atinge extensas áreas do sertão (região do polígono das secas), levando pobreza e fome para a população, na Tabela 2 são apresentadas algumas informações referente a região.

**Tabela 2.** Dados da Região Nordeste

População (2014)	56 186 190 hab.2
Densidade demográfica (2014)	36,15 hab./km <sup>2</sup>
Mortalidade infantil (2012)	20,5 por mil
Analfabetismo (2013)	16,6%
Número de Municípios (2013)	1794

**Fonte:** <[http://www.suapesquisa.com/geografia/regiao\\_nordeste.htm](http://www.suapesquisa.com/geografia/regiao_nordeste.htm)>

### 4.3 Soja

A soja desempenha o papel de principal oleaginosa produzida e consumida no mundo. Contudo, levou-se muito tempo para o homem conseguir explorar o grão devidamente. A soja inicialmente teve sua origem na China há 5 000 anos, onde sofreu domesticação no século XI a.C. A sua comercialização se deu somente no século XX pelos Estados Unidos como forrageira e posteriormente como grão. Em 1940 iniciou-se o uso da cultura como grão, que ao longo de 20 anos tomou todo o lugar da soja usada como forrageira. Seu primeiro registro no Brasil se deu 1882 na Bahia. O grão passou a ter uma grande importância nacional na década de 70 principalmente no Sul e Centro-Oeste do Brasil. Atualmente somos o segundo maior produtor de Soja do mundo e também segundo maior exportador (EMBRAPA, 2004).

A produção de soja no Nordeste registrou aumento médio anual de 12,7% entre 1999 e 2008 (últimas dez safras), subindo de 1,6 milhão para 4,8 milhões de toneladas, sendo que a partir de 2003 esse crescimento foi mais claro, com aumento anual médio de 13,9%. Enquanto isso, a produção de cana-de-açúcar registrou evolução média anual de 3,7% entre 1999 e 2008, aumentando de 53,4 milhões para 74,1 milhões de toneladas (IBGE, 2009). Essa melhora é explicada pelo maior acréscimo de área plantada de soja (8,2% a.a.) comparado ao da cana-de-açúcar (1% a.a.), bem como pelo comportamento nos rendimentos dessas lavouras. A produtividade da soja evoluiu 4,2% a.a. (SABOIA, 2009).

Recentemente, a produção agropecuária expandiu-se para uma região conhecida como Matopiba, Figura 2. 'MAPITOBA' é o acrônimo referente às áreas de chapada dos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, de elevada aptidão agrícola e que, até pouco tempo antes, ainda se encontravam brutas, cobertas por Cerrado (GUSTAVO, 2013).

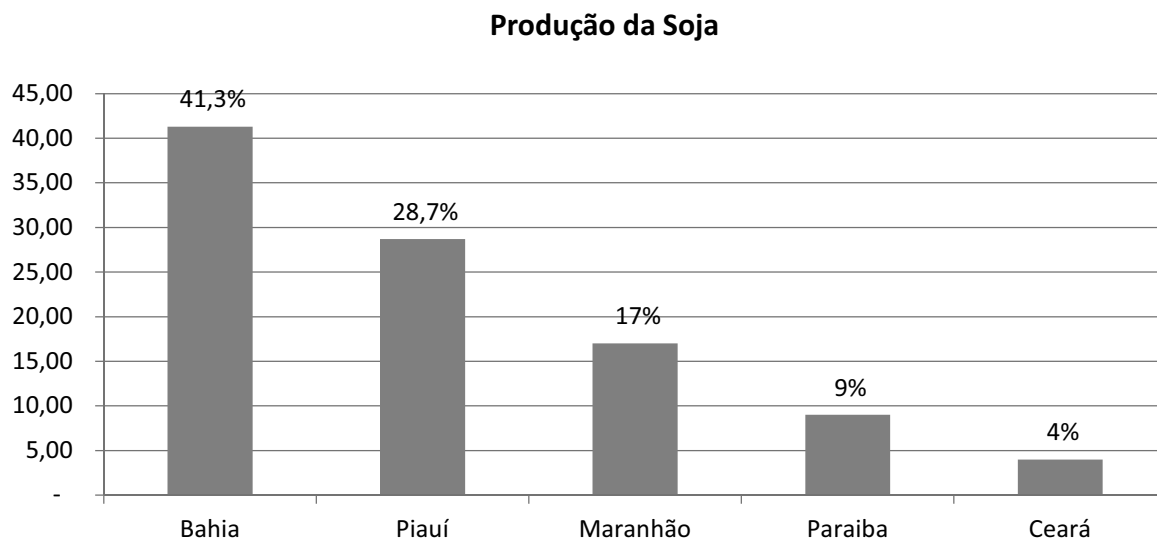


**Figura 2.** Região de MATOPIBA

Fonte: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/219560.htm#.VId-e9LF9VA>>.

Os quatro estados formam a parte norte do Cerrado, batizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como Mapitoba. O motivo da atração pelo Mapitoiba é o preço das terras, mais baratas do que, por exemplo, áreas de Mato Grosso e de Goiás, onde haja intensa atividade agropecuária.

A Bahia foi o estado pioneiro na produção de soja na região e o maior beneficiário dos recursos para pesquisa nesse setor, com 41,3% do total, seguido do Piauí 28,7% e do Maranhão 17% conforme Gráfico 1. Pesquisas foram direcionadas para a propagação da cultura nesses estados, para a seleção de cultivares adaptadas aos cerrados e resistentes à ferrugem asiática, para o manejo e tratamento dos solos e manejo de fungicidas para o controle da ferrugem asiática. As pesquisas e seus resultados têm incentivado a produção de soja na região, obtendo melhores níveis de produtividade (inclusive, em algumas safras, superando a média brasileira) com manejos mais adequados e sustentáveis da lavoura (SABOIA, 2009).



**Gráfico1.** Recursos liberados pelo Fundeci para a pesquisa sobre a cultura da soja, por Estado.

**Fonte:** Banco do Nordeste do Brasil, 2009.

Referente ao crédito de longo prazo, o BNB (Banco do Nordeste do Brasil) é o principal financiador para o setor produtivo da região. No período de 2000 a 2008, o BNB liberou R\$ 928 milhões para a plantação de soja. O Maranhão, a Bahia e o Piauí, juntos, aproveitaram 98,8% desses recursos, com 34,9%, 32% e 31,9%, simultaneamente (SABÓIA, 2009).

#### 4.4 Projeções Regionais do Agronegócio pelo MAPA

As projeções regionais do MAPA foram realizadas utilizando modelos econométricos, específicos de séries temporais que têm grande utilização em previsões de séries com a finalidade de fornecer possíveis tendências de produtos escolhidos nas principais regiões produtoras, e também mostrarr as previsões de forma um pouco mais desagregada. Três modelos estatísticos foram usados: Suavização Exponencial, Box & Jenkins (Arima) e Modelo de Espaço de Estados. As projeções são acompanhadas de intervalos de previsão que se tornam mais amplos com o tempo. A maior amplitude desses intervalos reflete o maior grau de incerteza associado a previsões mais afastadas do último ano da série usada como base da projeção (MAPA, 2011).

Estão repartidas em duas partes: projeções regionais de regiões concretizadas, e áreas de expansão recente, situadas na região central do Brasil, e parte do Nordeste. São eles: Arroz no Rio Grande do Sul; Milho no Mato Grosso, Paraná, Minas Gerais; Soja no Mato

Grosso, Rio Grande do Sul e Paraná; Trigo, no Paraná e Rio Grande do Sul; e Cana-de-açúcar em São Paulo, Paraná, Mato Grosso, Minas Gerais e Goiás. Incluiu-se, as projeções de produção e área para os estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, aqui chamados de MATOPIBA. As projeções nestas regiões de expansão mais recente foram também realizadas para municípios dessas localidades, selecionados conforme sua importância na produção de grãos (MAPA, 2011).

A região formada pelos estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, conhecida como MATOPIBA, tem uma dinâmica distinta de crescimento. Por esta causa o empenho em apresentar os resultados das principais projeções. Seu crescimento tem sido formidável. As projeções foram feitas somente para produção e área plantada porque não se dispõe de informações mais planejadas como nas projeções nacionais (MAPA, 2011).

As áreas que vem sendo ocupadas nesses estados têm características eficazes para a agricultura atual. São planas e amplas, solos potencialmente produtivos, disponibilidade de água, e clima propício com dias longos e com elevada intensidade de sol. A restrição maior, no entanto são as difíceis condições de logística, sobretudo transporte terrestre, portuário, comunicação e, em determinadas áreas falta de serviços financeiros.

A pesquisa apresentada pelo IBGE (2011) sobre o PIB mostra que esses estados têm puxado o desenvolvimento dos estados onde se encontram. Seu aumento tem sido muito maior do que o desenvolvimento do estado e da média brasileira.

#### **4.5 Desenvolvimento no Agronegócio e Programas de Subvenção (PSR)**

O cálculo do PIB do agronegócio é feito pela ótica do valor juntado, a preços de mercado, computando-se os impostos indiretos líquidos de subsídios. A quantificação dessa medida reflete a melhora do setor em termos de renda real, a qual se destina à remuneração dos fatores de produção: trabalho (salários e equivalentes), capital físico (juros e depreciação), terra (aluguel e juros) e lucros. Considera-se, portanto, no cômputo do PIB do agronegócio tanto o desenvolvimento do volume produzido como dos preços, já diminuída a inflação (CEPEA, 2012).

O agronegócio é abrangido como a soma de quatro segmentos: (1) insumos para a agropecuária, (2) produção agropecuária básica ou, como também é chamada, primária ou

“dentro da porteira”, (3) agroindústria (processamento) e (4) distribuição. O estudo desse conjunto de segmentos é feito para o setor agrícola (vegetal) e para o pecuário (animal). Ao serem somados, com as devidas ponderações, obtém-se a análise do agronegócio (CEPEA, 2013).

O agronegócio é de grande relevância para o setor agrícola e através de suas estimativas são criados programas para proteger os produtores rurais dos problemas climáticos, como os programas de seguro onde o trabalhador rural pode contratar o Seguro Rural, podendo usar o Prêmio do Seguro Rural (PSR) para um eventual problema que possa ocorrer ou até mesmo para reduzir os custos financeiros da produção. O Ministério da Agricultura criou a subvenção econômica para ser oferecida para qualquer pessoa jurídica ou física que se enquadre nos requisitos impostos pelo Programa e permite ainda, a complementação dos valores por subvenções cedidas por estados e municípios (CEPEA, 2013).

O produtor deve procurar uma seguradora habilitada pelo Ministério da Agricultura no Programa de Subvenção para contratar o seguro. Não é permitido que o produtor já possua, cobertura de outros programas do governo como o Proagro mais para a mesma lavoura e na mesma área (MAPA, 2013).

As regiões Nordeste e Norte passaram a participar do PSR em 2007, e se mantêm apenas de forma marginal nos anos posteriores, com uma média de 3% para o nordeste e menos de 1% para o Norte. O Nordeste alcançou o pico de 5% de participação em 2010, mas não excedeu sua média nos dois anos posteriores (ALDERIR, 2012).

No Nordeste, destaca-se a Bahia, com valor de subvenção de R\$ 4,7 milhões, logo depois pelo Piauí (R\$ 1,9 milhão) – ambos os estados com 1% de participação no total geral, Maranhão (R\$ 1,2 milhão), Alagoas (R\$ 59,6 mil), Pernambuco (R\$ 45,7 mil) e Ceará. Na Bahia, a soja é de longe a atividade mais beneficiada (R\$ 3 milhões), seguida pelo milho (R\$ 925,8 mil) e algodão (R\$ 539,2 mil). Essas três atividades também tiveram destaque no Piauí, com R\$ 1,4 milhão, R\$ 526,2 mil e R\$ 20,2 mil, respectivamente. Além dessas, outra atividade subvencionada no estado foi a cana-de-açúcar, com apenas R\$ 4 mil. Destacam-se as atividades de soja (R\$ 1 milhão), milho (R\$ 142,5 mil) e floresta (R\$ 12,2 mil) no Maranhão; e cana-de-açúcar (R\$ 58,9 mil) e pecuária (R\$ 800,00) em Alagoas. Em Pernambuco, as atividades seguradas foram uva (R\$ 39,3 mil) e cana-de-açúcar (R\$ 6,4 mil); e, por fim, no Ceará a única atividade segurada foi a cana-de-açúcar, com R\$ 789 reais (ALDERIR, 2012).

Diante disso, o objetivo de generalização do acesso ao seguro rural parece ter sido alcançado apenas parcialmente, uma vez que houve significativa ampliação dos valores subvencionados em todas as regiões, mas o crescimento foi desigual. Tomando-se o ano de 2008 como referência, quando o PSR já estava bem desenvolvido, o crescimento dos valores subvencionados foi de 126% no Sul, 63% no Sudeste, 89% no Centro-Oeste, 55% no Nordeste e crescimento negativo de 6% no Norte (ALDERIR, 2012).



## **5 METODOLOGIA**

Neste trabalho será utilizado análise exploratória dos dados e a aplicação de modelos lineares generalizados (MLG), aonde será analisada a produção e exportação da soja em função do ano da Região Nordeste do Brasil. A coleta das informações foi realizada por meio de revisão bibliográfica em meio impresso e eletrônico e através das estatísticas disponibilizadas no site do Ministério da Agricultura para os anos de avaliações disponibilizadas de 1979 a 2013 com projeções realizadas até 2020. Sendo o software R-Project-3.02 utilizado para análise dos dados.

### **5.1 Análise Exploratória de Dados**

O escopo da análise estatística é realizada afim de expor os dados para que se dê início a fase descritiva permitindo ao pesquisador familiarizar-se com os dados organizá-los e sintetizá-los de forma a obter as informações necessárias do conjunto analisado para responder as questões que estão sendo exploradas (LAURETTO, 2011).

Na análise exploratória é necessário realizar exame gráfico da natureza das variáveis individuais e a análise descritiva que permita quantificar alguns aspectos gráficos dos dados; identificar os possíveis casos atípicos (outliers); a presença de dados ausentes (missing); avaliar, algumas suposições básicas, como normalidade, linearidade e homocedasticidade (LAURETTO, 2011).

### **5.2 Análise de Regressão**

A Análise de Regressão possibilita descobrir uma relação razoável entre as variáveis de entrada e saída, por meio de relações baseada em experiência. A utilização desta abordagem necessita de coleta de dados e do uso de métodos estatísticos de Análise de Regressão Linear. A coleta de dados consiste em conhecer a natureza da relação entre as variáveis e realizar estudos capazes de acomodar situações inesperadas.

A análise de regressão que abrange apenas uma variável explicativa que é chamada de regressão simples, enquanto a análise envolvendo duas ou mais variáveis explicativas é

denominada regressão múltipla (TODANO, 2009).

A regressão linear é dada por (Equação 1):

$$Y = \beta_0 + \beta_i X_i + \varepsilon \quad (1)$$

em que:

$Y$  é a variável explicativas e observada, ou seja, a produção, ou exportação.

$\beta_0$  constante de regressão. Representa o intercepto da reta com o eixo dos  $y$ ;

$\beta_i$  coeficiente de regressão. Representa a variação de  $Y$  em função da variação de uma unidade de variável  $X$ , que no caso em questão seria o ano

$X_i$  nível de variável independente  $X$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )

$\varepsilon$  são chamados de coeficientes de regressão e o resíduo, é o erro de previsão, ou seja, a diferença entre os valores reais e os previstos da variável resposta, que é assumido normalmente distribuído com média zero e variância  $\sigma^2$  (HAIR jr et al. 2005).

O objetivo da análise de regressão é encontrar uma equação de encontrar a melhor variável resposta a partir do  $\beta$ 's que melhor se combinem aos dados do problema (HAIR JUNIOR et al 2005).

A partir dos  $\beta$ 's é necessário validar o modelo de regressão, que tenha a finalidade de verificar se os coeficientes fazem sentido no tema do fenômeno estudado. Em alguns caso o modelo de regressão linear não pode ser usado devido a variável resposta ser não linear. Nestes casos utilizaremos modelos alternativos de transformação de dados, chamados modelos lineares generalizados (MLG) uma vez que podem ser utilizados quando os pressupostos de regressão são quebrados (HAIR JUNIOR et al 2005).

### 5.3 Os Modelos Lineares Generalizados (MLG)

Os modelos lineares generalizados (MLG) representam a união de modelos lineares e não lineares com uma distribuição da família exponencial, que é formada pela distribuição normal, poisson, binomial, gama, normal inversa e incluem modelos lineares tradicionais (erros com distribuição normal), bem como modelos logísticos (SCHMIDT,

2003). Nelder e Wedderburn (1970) propuseram um processo iterativo para estimação dos parâmetros ( $\beta$ 's) e introduziram o conceito de desvio que tem sido utilizado na estimativa da qualidade do ajuste dos MLGs, e também no desenvolvimento de resíduos e medidas de diagnóstico, são considerados como extensão dos modelos normais lineares, tem como objetivo propor mais opções de variável resposta permitindo que a mesma pertença à família exponencial de distribuição.

Os MLG's podem ser usados quando se tem uma única variável aleatória  $Y$  associada a um conjunto de variáveis explanatórias  $x_1, \dots, x_p$  (CORDEIRO e DEMÉTRIO, 2008). O MLG envolve três componentes: componente aleatório, componente sistemática e a função de ligação.

A estrutura do MLG é dada por:

$$\eta = X \beta \quad (2)$$

em que:

$X = (x_1, \dots, x_n)^T$  é a matriz do modelo

$\beta = (\beta_1, \dots, \beta_p)^T$  é o vetor de parâmetros

$\eta = (\eta_1, \dots, \eta_n)^T$  é o preditor linear.

A função de ligação relaciona o componente aleatório ao componente sistemático. Ou seja, vincula a média ao preditor linear.

$$\eta_i = g(\mu_i) \quad (3)$$

No caso da variável aleatória  $Y$  seguir uma distribuição Poisson, que faz parte da família exponencial uni paramétrica, temos que uma das principais funções de:

$$p(y_i / \eta) = \exp \{ \phi[\psi(y_i)\eta - a(\eta)] \} b(y_i, \phi) \quad (4)$$

A família exponencial de distribuições é vasta e inclui algumas das mais importantes e conhecidas distribuições, contínuas e discretas. Algumas distribuições de probabilidade conhecidas e largamente utilizadas são muito fáceis de verificar uma distribuição pertencente

ou não a família exponencial ver formula (2) como a normal, binomial, normal inversa, que pertencem à família exponencial, sendo resumidas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Exemplos de distribuições pertencentes à família exponencial.

Distribuição	Função de ligação canônica
Normal	Identidade: $\eta = \mu$
Poisson	Logarítmica: $\eta = \log \mu$
Binomial	Logística: $\eta = \log \left( \frac{n}{1-n} \right) = \log \left( \frac{\mu}{1-\mu} \right)$
Gama	Recíproca: $\eta = \frac{1}{\mu}$
Normal Inversa	Recíproca do quadrado: $\eta = \frac{1}{\mu^2}$

**Fonte:** Cordeiro e Demétrio (2008)

### 5.3.1 Modelo de regressão de Poisson

Na teoria da probabilidade e na estatística, a distribuição de Poisson é uma distribuição de probabilidade de variável aleatória discreta que expressa a probabilidade de uma série de eventos ocorrer num certo período de tempo se estes eventos ocorrem independentemente de quando ocorreu o último evento. A distribuição foi descoberta por Siméon-Denis Poisson (1781–1840) e publicada, conjuntamente com a sua teoria da probabilidade, em 1838.

Segundo Gonçalves (2010) a distribuição é utilizada para modelar dados de contagem de número de ocorrências de um determinado evento em um período de tempo ou espaço, quando a probabilidade de um evento ocorrer em um curto espaço de tempo é pequena e os eventos acontecem de forma independente.

Onde  $y_i$  tem distribuição Poisson, denotada por:

$$y_i/\lambda \sim \text{Poisson}(\lambda), i=1, \dots, N, \quad (5)$$

em que:

$\lambda$  é a média dessas distribuições e condicional a  $\lambda$ , temos  $Y_i$ , independente. A função de probabilidade pode ser escrita na forma (4) em que  $\psi(\cdot)$ ,  $a(\cdot)$  e  $b(\cdot, \cdot)$  são funções

conhecidas,  $\eta$  é o parâmetro natural da distribuição, tal que,

$$E(\psi(y_i) | \eta, \phi) = \vartheta = a'(\eta) \quad (6)$$

é um parâmetro de escala conhecido satisfazendo

$$V(\psi(y_i) | \eta, \phi) = a''(\eta)/\phi \quad (7)$$

Estimando o parâmetro  $\eta$  é possível prever valores de  $y_i$ . Em resumo para a função temos final:

$$T = 1' y_s + \Gamma_s y_{\bar{s}}. \quad (8)$$

No corrente trabalho será apresentada, então, uma metodologia para avaliar a projeção, com a aplicação da família de Poisson para os MLG. O modelo de regressão de Poisson tem por característica a análise de dados contados na forma de proporções ou razões de contagem, ou seja, leva em consideração a produção e exportação da soja em função do ano para realizar projeções.

### 5.3.2 Estimções dos parâmetros do modelo

Segundo Turkiman e Silva (2000), o algoritmo iterativo de Newton-Raphson, utiliza mínimos quadrados ponderados, onde  $W$  é a matriz de pesos que busca garantir que os resíduos do modelo tenham variância constante, ou seja, que o modelo possua resíduos homocedásticos. Resumidamente, pode-se dizer que o algoritmo inicia o processo especificando uma estimativa inicial e vai sucessivamente alterando-a até que a diferença entre o  $\beta$  na iteração  $(m + 1)$  e a estimativa anterior seja menor que um  $\epsilon$  pré-definido, sendo obtida assim a convergência na matriz dos coeficientes estimados.

Segundo Cordeiro e Lima Neto (2004), tem-se a log-verossimilhança  $l(\beta)$  como função de  $\beta$  utiliza-se a função escores de Fisher;

$$\beta^{(m+1)} = \left( X^T W^{(m)} X \right)^{-1} X^T W^{(m)} y^{*(m)} \quad (9),$$

Em que:

$y^{*(m)}$  é uma variável resposta modificada denotada por  $y^{*(m)} = X\beta^{(m)} + z^{(m)}$

e:

m = Passo iterativo;

$\beta^{(m+1)}$  = Estimativa do vetor de parâmetros na iteração m;

X = Matriz dos valores das variáveis de regressão;

W = Matriz dos pesos; e

z = Vetor das variáveis de ajuste na m-ésima iteração.

A estimação de  $\beta$  e dos parâmetros de G é feita através da maximização da função de verossimilhança marginal, conseguida com a integração da função verossimilhança sobre os efeitos aleatório  $d_i$ . A contribuição do i-ésimo elemento da função de verossimilhança é:

$$f(Y_i | \beta, G, \emptyset) = \int \dots \int \prod_{i=1}^N f(y_{it} | d_i, \beta, \emptyset) f(d_i | G) d(d_i) \quad (10)$$

A função marginal para amostra possuindo os N elementos é formada por:

$$L(\beta, G, \emptyset) = \prod_{i=1}^N f(y_{it} | d_i, \beta, \emptyset) = \prod_{i=1}^N \int \dots \int \prod_{i=1}^{n_i} f(y_{it} | d_i, \beta, \emptyset) f(d_i | G) d(d_i) \quad (11)$$

O número de integrais na expressão (11) será o número de termos em  $(d_i) f(d_i | G) d(d_i)$  é a função densidade dos efeitos aleatórios (VIEIRA, 2008).

A recomendação do critério do ajuste por Littell et al. (2000) é a estatística QuiQuadrado Generalizada, expressa por  $Q'_g = \hat{r}' [V(Y_i)]^{-1} \hat{r}$ . Caso a divisão dessa estatística pelo grau de liberdade do resíduo for próxima a 1, encontra-se um bom ajuste do modelo.

### 5.3.3 Diagnósticos do modelo

Tem como objetivo verificar se existe afastamentos das suposições feitas para o modelo. Verificar se há ausência de alguma variável explicativa ou termos (quadrático, cúbico) de variáveis incluídas no modelo; se existe indícios de correlação entre as observações.

Encontrar observações irregulares que destoam do conjunto. São classificadas em:

- Aberrantes: mal ajustadas com resíduos altos;
- Alavanca: encontradas em regiões remotas com alta influências no próprio valor ajustado;
- Influyente: com influência desproporcional nas estimativas dos coeficientes.

### 5.3.4 Aplicação dos gráficos de Diagnóstico

- O gráfico dos resíduos versus valores ajustados: examina a homoscedasticidade do modelo, isto é,  $\sigma^2$  constante.
- Gráfico dos resíduos versus a ordem de coleta dos dados: estimar a hipótese de independência dos dados.
- Papel de probabilidade normal Q-Q PLOT: examinar a normalidade dos dados.
- Gráfico dos Resíduos Studentizados versus valores ajustados: averiguar se existem outliers em Y.
- Gráfico dos Resíduos Padronizados versus valores ajustados: analisar se existem outliers em Y (ESTATCAMP, 2014).
- Gráfico do Leverage (Diagonal da Matriz H): verifica se existem outliers em X.

### 5.3.5 O critério de informação de Akaike - AIC

O Critério de Informação de Akaike (AKAIKE, 1974) é uma medida da qualidade do

ajuste de um modelo estatístico estimado. Baseia-se no conceito da desordem e provê uma medida relativa da ciência desconhecida na adoção de um determinado modelo.

De uma forma geral o AIC é dado por:

$$AIC = 2K - 2 \log(L); (12)$$

Em que:

$K$  é o número de parâmetros no modelo

$L$  é o valor máximo da função de verossimilhança para o modelo estimado.

Algumas considerações devem ser feitas a respeito do AIC. Segundo (BASSO, 2009), muitos autores, como por exemplo (CELEUX e SOROMENHO, 1996), comentam que o AIC é inconsistente em ordem, e por isso, tende a superestimar a dimensão do modelo, que significa dizer que no caso de misturas, que o AIC tende a selecionar modelos com um número de componentes maior que o verdadeiro. Como o logaritmo da função de verossimilhança cresce com o aumento do número de parâmetros, uma proposta seria encontrarmos o modelo com menor valor para a função.

### 5.3.6 Ajuste do modelo no software R-project

- Para os ajustes do MLGs ao utilizar o programa R-project através da função *glm*, onde devemos especificar formula (definição do modelo e *family* (distribuição assumida pela variável resposta com a função de ligação a ser usada). Exemplo:

$$fit.reg=glm(y\sim 1+x,family=poisson)$$

- Para usar a função de ligação desejada basta utilizar o comando *link*.

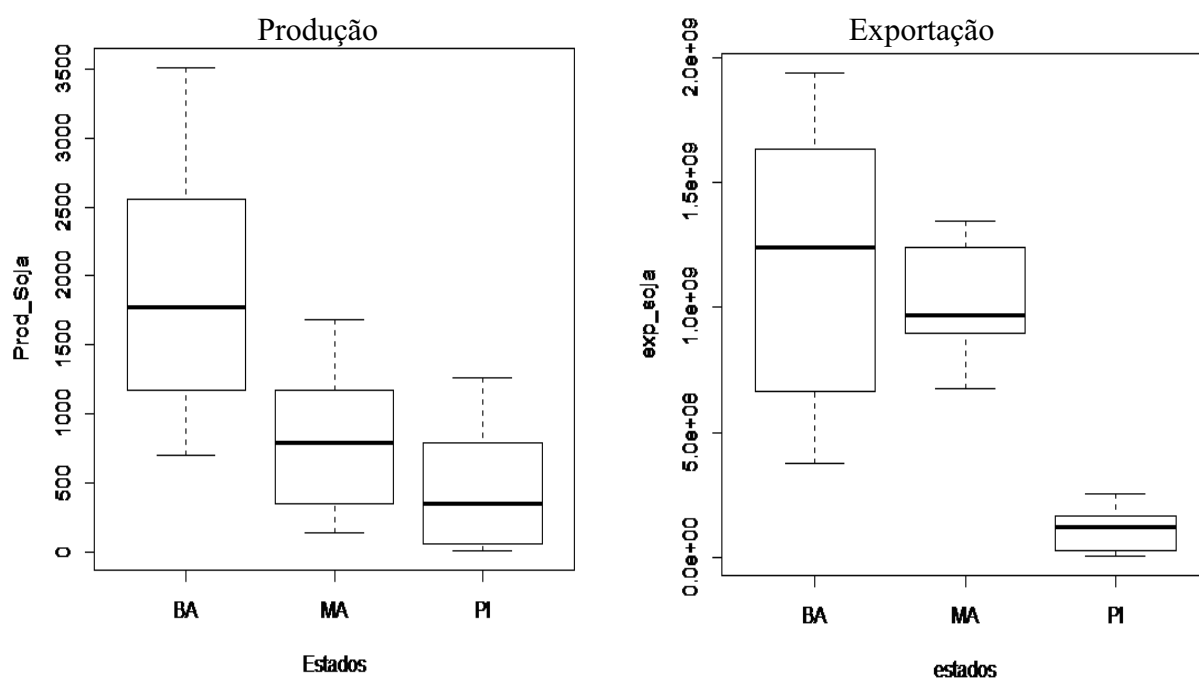
$$fit.reg=glm(y\sim 1+x,family=poisson(link="log"))$$

- O comando *summary(fit)* dá um resumo do resultado do ajuste.



## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 3 tem-se a comparação dos dados da produção e exportação da soja segundo os Estados da Região Nordeste que mais se destacam nesta cultura, pode-se observar que no Box-Plot não se tem valores discrepantes nos conjuntos, tanto da produção quanto na exportação, a mediana da produção da soja no estado da Bahia é superior aos demais estados do Nordeste, sendo que Maranhão tem o segundo maior valor da mediana e em seguida o Piauí, revelando a grande participação do estado baiano na produção da soja. Na exportação da soja o estado da Bahia também tem grande destaque com uma assimetria negativa, ou seja, seus valores estão mais concentrados acima da mediana, o Maranhão tem uma exportação mediana em torno de  $1.0 \times 10^{10}$  (mil toneladas) com assimetria positiva, uma vez que seus valores se encontram mais abaixo da mediana.



**Figura 3.** Box Plot da Produção (1993-20012) e Exportação (2004-2013) da Soja.

**Fonte:** resultado da pesquisa

Segundo a Projeção do MAPA 2011/2012 o aumento projetado para a próxima década na região de MAPIBA referente a soja é evidente e a Figura 3 prova que o resultado no Estado da Bahia deve liderar o aumento da produção e exportação de soja nos próximos anos.

Quando se observa os valores do Programa de Subvenção ao Seguro Rural que o

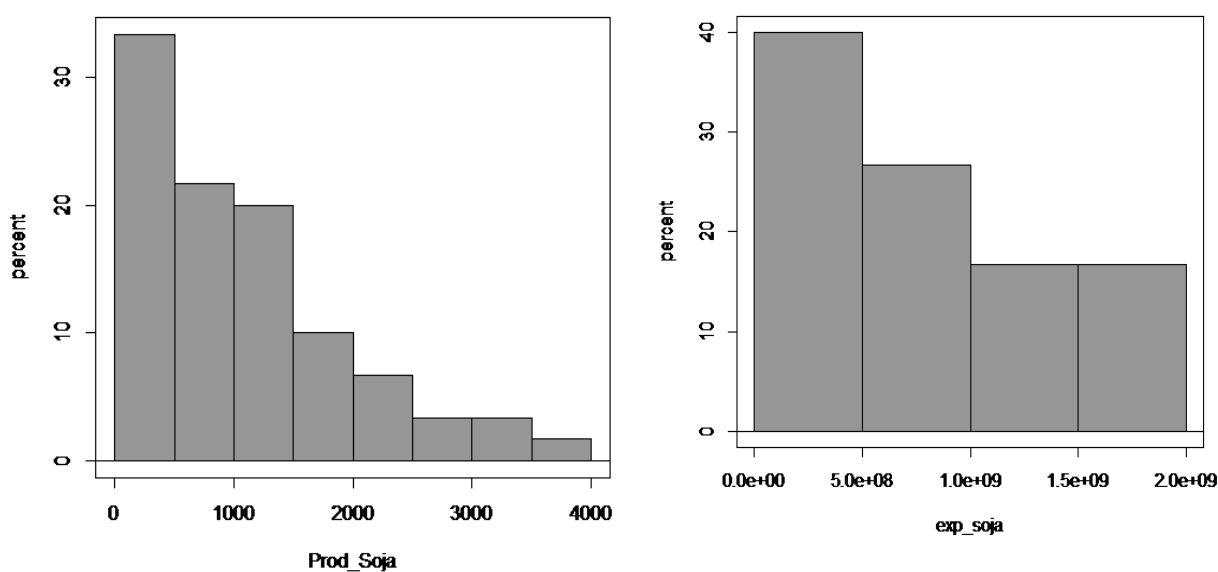
governo oferece aos produtores rurais destas regiões se percebe que a Bahia é a região do nordeste com maior destaque na participação, devido a sua vasta expansão de produção da Soja (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resultados gerais por Estados do Nordeste que teve participação no PSR em 2013.

Regiões	Nº de operações (unidade)	Área segurada (há)	Importância segurada (R\$)	Prêmio total arrecadado (R\$)	Subvenção total (R\$)
<b>Bahia</b>	660	207994	285574887	22768168	10097452
<b>Piauí</b>	246	78784	103206580	7278095	3214219
<b>Maranhão</b>	220	68671	83251832	6294273	2733559

Fonte: Deger/SPA/Mapa

No histograma da Figura 4 mostra que os dados da previsão da produção e exportação da soja estão se concentrando mais a esquerda, formando assim uma assimetria a esquerda, indicando que a classe que possui os maiores valores se concentrando entre 0 a 500 (mil toneladas) na produção e na exportação entre 0 a  $5 \times 10^8$  (mil toneladas), ou seja, a mediana que é o centro distribuição é superior à média.



**Figura 4.** Histograma da Produção (1993-2012) e Exportação (2004-2013) da Soja nos Nordeste Brasileiro

Fonte: resultado da pesquisa

As projeções indicam que a região nordeste deverá produzir próximo de 20 milhões de toneladas de grãos em 2022 (aumento de 27,6%), a Bahia, Maranhão e Piauí apresentam uma produção em 2011/2012 de 1983 (mil ton.) com projeção de 3200 (mil ton) para 2021/2022.

### 6.1 Resultados da Produção Média da Soja para Região Nordeste: MAPIBA

Na Tabela 5 verifica-se o modelo Poisson ajustado, como variável resposta do valor médio da estimativa do intercepto  $1.844e+02$  e erro padrão  $2.611e+00$  por produtor em função da variável ano. Analisou-se que o modelo é adequado e significativo.

**Tabela 5.** Estimativas dos Parâmetros do modelo Poisson para produção da Soja no Nordeste do Brasil

Coeficientes	Estimativas	Erro Padrão	z valor	Pr(> t )
Intercepto ( $\beta_0$ )	1.844e+02	2.611e+00	-70.62	<0,001 ***
Ano ( $\beta_1$ )	9.548e-02	1.302e-03	73.34	<0,001 ***

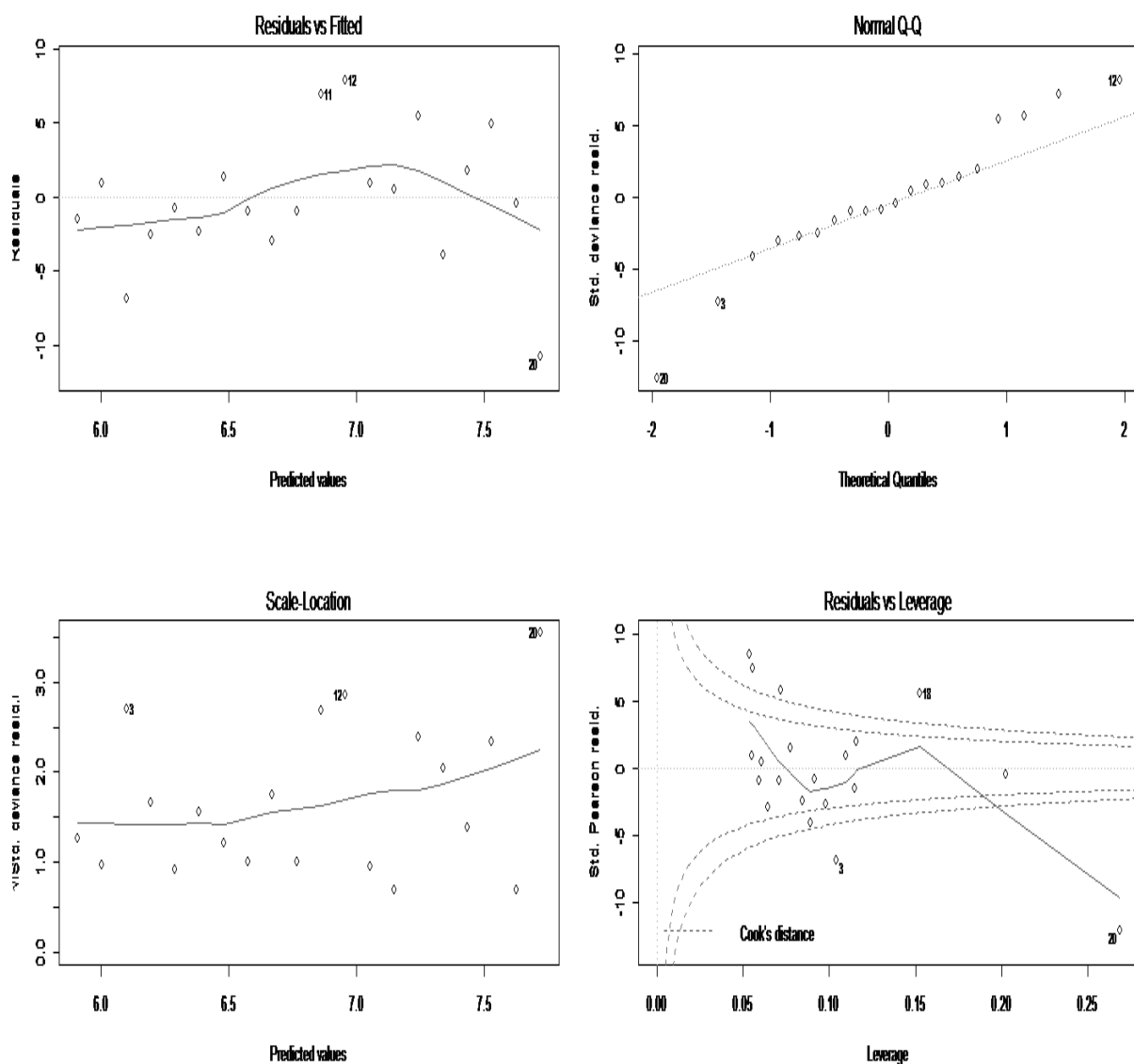
Grau de Significância: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Fonte:** resultado da pesquisa

Houveram quatro interações do Scoringde Fisher indicando que a execução do ajuste foi rápida. Desvio Nulo de 6244.01 em 19 graus de liberdade e o resultado mostra que o parâmetro de dispersão para família Poisson tem que ser 1. Nesse caso o parâmetro de dispersão do modelo foi 378.64 com 18 graus de liberdade. Quanto menor o desvio residual, melhor o modelo.

Através do MLG com distribuição Poisson foi possível corrigir os erros padrões que apresentou uma medida de melhor qualidade do modelo de AIC.

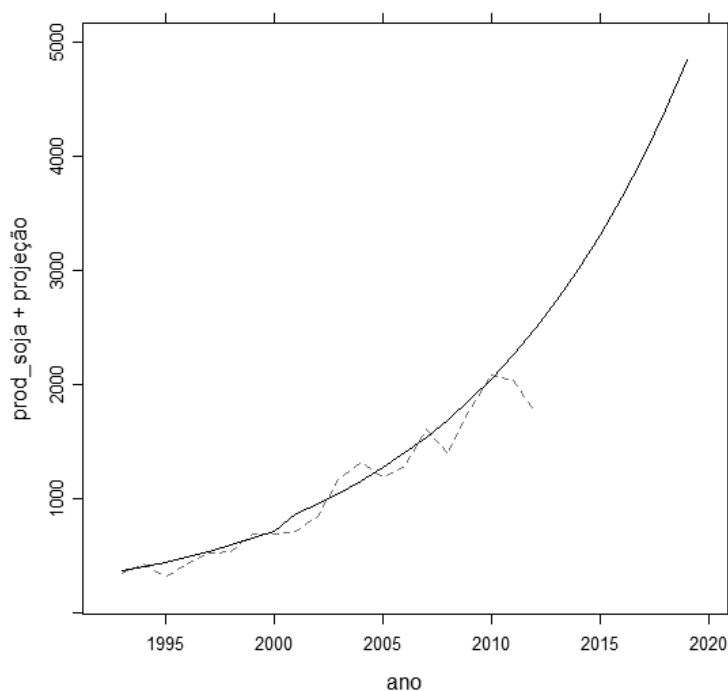
Na Figura 5 de resíduos verificou-se que o modelo MLG utilizado apresentou estimativa de erro entre 10 e -10, já com o ajuste no Gráfico Normal QQ analisou-se que através deste diagnóstico houve uma normalidade no modelo, mesmo com o ponto 20 se distanciando do ajuste, sendo que este é um ponto de influência para o modelo. O mesmo acontece com os gráficos de resíduos studentized que também só apresentou bom resultado após o ajuste com o gráfico resíduo sstudentized versus produção ajustada.



**Figura 5.**Resultado de diagnósticos do modelo para a Produção da Soja na Região MAPIBA.  
**Fonte:** resultado da pesquisa

No Gráfico 2 ao se realizar a projeção através do MLG para a produção da soja, observa-se através de indícios do modelo, que a produção tem grandes chances de continuar crescendo nas Regiões do Nordeste.

Segundo MAPA 2011/2012 a produção da soja está se desenvolvendo também para as áreas no Maranhão ficando com 2,3%, Piauí com 1,8% e Bahia com 4,6%, que em 2012 respondem por 8,7% da produção Brasileira. As estimativas para soja propõe uma produção brasileira de 88,9 milhões de toneladas em 2021/2022, percebe-se este crescimento no Gráfico 2.



**Gráfico 2.** Projeção da Produção da Soja via MLG sendo a linha pontilhada em vermelho o valor observado e a linha contínua em preto o valor projetado.

**Fonte:** resultado da pesquisa

## 6.2 Resultados da Exportação Média da Soja para Região Nordeste: MAPIBA

A Tabela 6 apresenta estimativas de coeficientes do modelo com nível de significância menor que 5% indicando que as variáveis influenciam o modelo e são significativas. Os resultados mostram o desvio nulo foi igual a 957824715 com 9 de grau de liberdade e desvio residual 109009283 com 8 de grau de liberdade .

**Tabela 6.** Estimativas dos Parâmetros do modelo Poisson para exportação da Soja no Nordeste do Brasil

Coeficientes	Estimativas	Erro Padrão	z valor	Pr(> t )
Intercepto ( $\beta_0$ )	1.181e+01	8.291e-03	-26162	<0,001 ***
Ano ( $\beta_1$ )	1.181e-01	4.126e-06	28636	<0,001 ***

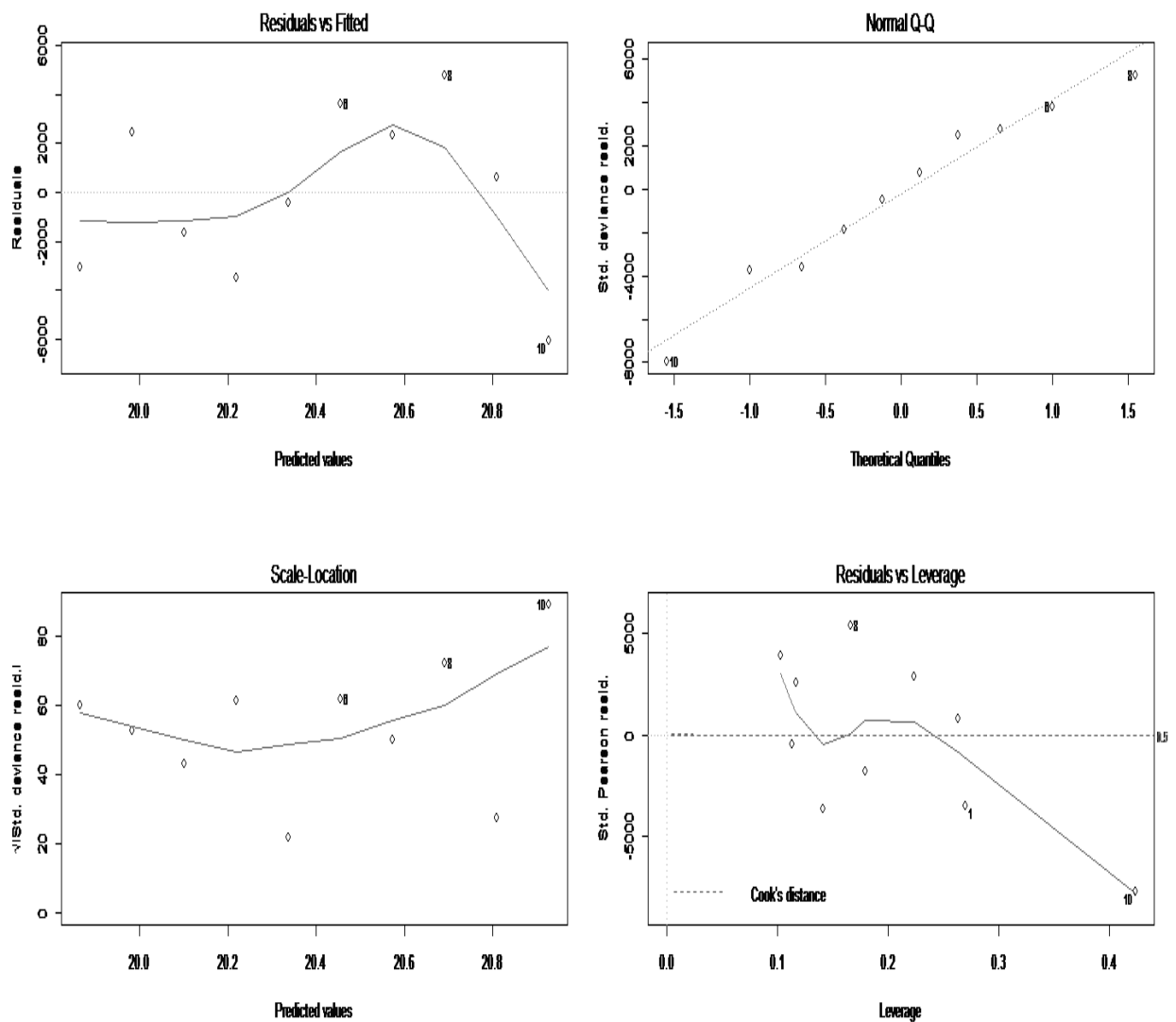
Grau de Significância: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Fonte:** resultado da pesquisa

Utilizando o MLG com distribuição Poisson o resultado das exportações foi o que

melhor se ajustou com os dados, apresentando AIC 109009509.

Na Figura 6 verifica-se o QQ-plot percebe-se que existe um destaque ao ponto 10 onde não pode ser retirado, pois ele influencia diretamente no modelo, mesmo ele não estando dentro da banda de confiança produzida pelo envelope simulado, confirmando a Adequação do modelo. Exibiu deviance com mínima -60044.9 e primeiro quartil -2713.6 e terceiro quartil 2429.9, mediana 97.1 e máxima 4787.8.

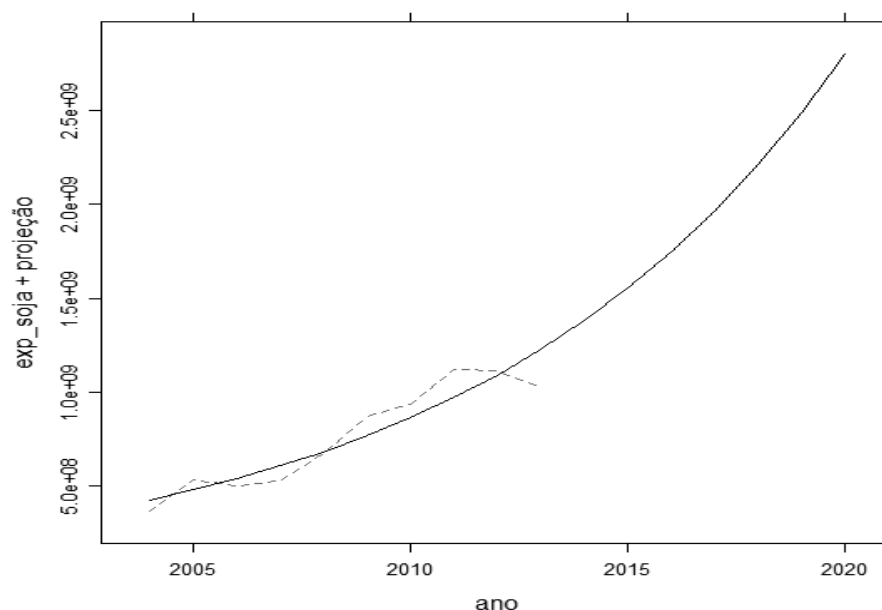


**Figura 6.** Diagnóstico do modelo para exportação da Soja na Região MAPIBA.  
**Fonte:** resultado da pesquisa

O resultado da estimativa da projeção da exportação o Gráfico 3 indica um aumento da exportação, comparando-se com o valor do (MAPA, 2012) que deve continuar crescente e o departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA prevê uma necessidade de importações mundiais de 30 milhões de toneladas com um projeção de 10 milhões para a safra

local e 8 milhões de toneladas para Exportação conforme MAPA, 2011/2012.

Segundo MAPA 2011/2012 o consumo doméstico de soja em grão deverá atingir 49,6 milhões de toneladas no final da projeção, representando 55,8% da produção. Com uma taxa de crescimento anual de 1,9%. A soja é muito importante para fabricação de rações de animais e está apresentando crescimento na alimentação humana. As terras nesta região são de baixo custo, mas os investimentos com a infraestrutura são de alto custo fazendo-se necessário o incentivo do governo na produção.



**Gráfico 3** Projeção da Exportação da Soja na Região Nordeste do Brasil via MLG, sendo a linha pontilhada em vermelho o valor observado e a linha contínua em preto o valor projetado.

**Fonte:** resultado da pesquisa

Segundo metodologia utilizada de séries temporais no MAPA 2011/2012, indicam que deverão continuar expressivas e com tendência de elevação as participações do Brasil no comércio mundial de soja. Como se nota, a soja brasileira terá uma taxa de crescimento anual prevista para a produção de 2,3% e taxa anual projetada para a exportação de soja em grão de 2,8%, verifica-se através do Gráfico 3 que o crescimento será mantido utilizando o modelo Modelos Lineares Generalizados (MLG), provando-se que em ambas as projeções do (MLG) e série Temporais utilizado pelo MAPA 2011/2012 foram comprovado a eficiência dos resultados, evidenciando que a produção e exportação da soja terão crescimentos significativos, bem como a acrescentamento de sua relevância.

## 7 CONCLUSÃO

Foi verificado que na região nordeste os estados que se destacam para produção e exportação da soja são a Bahia, Maranhão e Piauí e que expansão da produção de soja no Nordeste resulta de um conjunto de fatores, destacando-se: ampliação do cultivo nas áreas de cerrado; estudos sobre novas variedades que se adaptem aos cerrados, o que levou ao incremento da produtividade; ampliação dos financiamentos de custeio e investimento para a atividade; melhoria na infraestrutura de armazenamento e escoamento da produção e exportação.

Quanto a previsão conclui-se que a produção e exportação da soja apresentam-se como importante variável para financiamentos e investimentos futuros no setor agrícola. As projeções do agronegócio é o ponto de partida para o planejamento das operações de políticas públicas futura, afim, de propor maior competitividade no mercado nacional e internacional, como também o crescimento em diversos setores.

E no que diz respeito aos resultados de modelagem percebeu-se que aplicação dos MLG's para realizar estimativas e projeções da produção e exportação da soja em função do ano foi satisfatórias, podendo ser uma alternativa de utilização de técnica ao invés das séries temporais, porém faz-se necessário um estudo mais detalhando envolvendo variáveis climáticas para que as estimativas se tornem mais confiantes.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOLFO, Gustavo Maranhão Aguiar, A Última Fronteira Agrícola. Disponível em maio de 2013. Acesso em 07 de dezembro 2014. <[http://www.agroanalysis.com.br/materia\\_detalhe.php?idMateria=1506](http://www.agroanalysis.com.br/materia_detalhe.php?idMateria=1506)>.

ALDERIR, José, Uma avaliação do Programa de Subvenção do Prêmio do Seguro Rural: 2006-2012. Acesso em 09 de agosto de 2014. <[http://www.enpecon.org.br/wa\\_files/2E2013022\\_20-20Programa-de-subven\\_C3\\_A7\\_C3\\_A3o-do-Pr\\_C3\\_AAmio-do-Seguro-Rural.pdf](http://www.enpecon.org.br/wa_files/2E2013022_20-20Programa-de-subven_C3_A7_C3_A3o-do-Pr_C3_AAmio-do-Seguro-Rural.pdf)>

ALVES, Raimundo, O agronegócio e a geração de emprego e renda, Disponível em :2013, <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=28757&secao=Artigos%20Especiais>>. Acessado em junho de 2014.

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification, IEEE transactions on Automatic Control 19: 716-23 Disponível em 1974.

BASSO, R.M., Misturas finitas de misturas de escala Skew-Normal. 96f. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

CELEUX, G.; SOROMENHO, G., An entropy criterion for assessing the number of clusters in a mixture model, Classification Journal, v.13, p. 195-212, 1996.

CERICATTO Ariana, A importância da soja para o Agronegócio Brasileiro. Acesso em 14 de dezembro de 2014. Disponível em: <[http://www.apec.unesc.net/V\\_EEC/sesoes\\_tematicas/Economia%20rural%20e%20agricult](http://www.apec.unesc.net/V_EEC/sesoes_tematicas/Economia%20rural%20e%20agricult)>

ura%20familiar/A%20IMPORT%C3%82NCIA%20DA%20SOJA%20PARA%20O%20AGRONEG%C3%93CIO%20BRASILEIRO.pdf>.

CEPEA/ESALQ. Indicadores de preços, 20064. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/indicador>. Acesso em: 27 abr. 2014>.

CEPEA/Esalq/USP, Disponível em dezembro/2012 e janeiro/2013. Acessado em 20 de agosto de 2014, <[www.cepea.esalq.usp.br](http://www.cepea.esalq.usp.br)>.

CEPEA, Relatório PIB-Agro Brasil, GDP Agribusiness – Brazil Outlook, Julho de 2013. Acesso em 05 de julho de 2014. Disponível: <[http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea\\_PIB\\_BR\\_jul13.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_PIB_BR_jul13.pdf)>.

CEPEA, Relatório PIB-Agro Brasil, GDP Agribusiness – Brazil Outlook, Julho de 2014. Acesso em 05 de julho de 2014. Disponível: <[http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea\\_PIB\\_BR\\_jul13.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_PIB_BR_jul13.pdf)>.

CORDEIRO, G. M., & DEMÉTRIO, C. G. . Modelos Lineares Generalizados e Extensões, outubro de 2008, Acesso em 20 de dezembro de 2014.

CORDEIRO, G. M e Lima Neto, E. A, Modelos Paramétricos. São Paulo: ABE, 2004, 246. Trabalho apresentado ao 16º SINPE, São Paulo, 2004.

COSTA, João Frank, Condições e fatores determinantes para uma política nacional de desenvolvimento tecnológico-PRODETEC. Disponível em 09 de Julho de 2009: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75901974000300008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75901974000300008&script=sci_arttext)>

EUDÂMIDAS, Jucelino Bezerra. Agronegócio e a Nova Divisão Social Territorial do Trabalho Agropecuário Formal do Nordeste. Acessado em 24 de fevereiro de 2015. Disponível em 2008:< [http://uece.br/mag/dmdocuments/juscelino\\_bezerra\\_eudamidas.pdf](http://uece.br/mag/dmdocuments/juscelino_bezerra_eudamidas.pdf)>.

ELIAS, Denise. Agricultura e produção de espaços urbanos não metropolitanos: notas teórico-metodológicas. In: SPOSITO, Maria Encarnação B. (Org.) Acessado em 24 de fevereiro de 2015. Disponível em 2000: <file:///C:/Users/Administrador/Desktop/juscelino\_bezerra\_eudamidas.pdf>.

ELIAS, Denise. Globalização e agricultura. SP: Edusp, 2003 a. Acessado em 24 de fevereiro de 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/Administrador/Desktop/juscelino\_bezerra\_eudamidas.pdf>.

ESTATCAMP, Análise dos resíduos. Acesso em 01 de novembro de 2014.<<http://www.portaaction.com.br/content/27-an%C3%A1lise-de-res%C3%ADduos>>

FIESP, Outlook FIESP 2023, Projeções para o Agronegócio Brasileiro. Acesso em outubro de 2013. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/publicacoes-agronegocio/tendencias-do-agronegocio-em-2023/>>.

GASQUES, Jose Garcia, Projeções Agronegócio no Brasil 2007/08 a 2017/18. Acesso em 08 de junho de 2014. Disponível em 2008: <<http://ideas.repec.org/p/ags/sbrfsr/108153.html>>.

GONÇALVES, Kelly Cristina, Estimadores lineares bayesianos em amostragem de população finita, Rio de Janeiro: UFRJ/IM,2010.Disponível em: <<http://www.pg.im.ufrj.br/teses/Estatistica/Mestrado/128.pdf>>. Acessado em: 16 de novembro de 2014.

HAIR Jr., J. F. et al. Análise multivariada de dados. São Paulo: Bookman, 2005.

IBGE, Agricultura, banco de dados. Disponível em: 2011<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=5&z=t&o=11&u1=26&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>>

IBGE, Produção agrícola municipal. Acesso em: 27 abr. 2014. Disponível em abril de 2009: <<http://www.ibge.gov.br>> ..

JOAQUIM, Carlos A evolução do Agronegócio no Cenário Atual, 29 de agosto de 2008. Acesso 05 de junho de 2014. Disponível em: <2014e<http://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/a-evolucao-do-agronegocio-brasileiro-no-cenario-atual/24824/>>.

LAROCA, Larissa, A Logística da Soja na Fronteira Agrícola Norte e Nordeste, Disponível em: 2012, < <http://esalqlog.esalq.usp.br/files/biblioteca/arquivo3939.PDF> >.

LAURETTO, Análise Exploratória de Dados. Disponível em 2011. Acesso em 01 de novembro de 2014.<[http://www.each.usp.br/lauretto/SIN5008\\_2011/aula01/aula1.pdf](http://www.each.usp.br/lauretto/SIN5008_2011/aula01/aula1.pdf)>

LAZÁRO, JÚLIO CESAR, História Econômica da Região Nordeste, Disponível em: 2013,<<http://www.brasilecola.com/brasil/historia-economica-regiao-nordeste.htm>>, Acessado em 10 de outubro de 2014

LITTELL, R., J Pendergst e R Natrajan. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measure data. Statistics in Medicine, 19(13): 1973-1819. Citado na pag. 36, 39, 40, 53, Liteell et AL. (2000).

MAPA, Política Agrícola Brasileira para Triticultura e demais culturas de inverno. Acesso em 10 junho de 2012. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Sala%20de%20Imprensa/Publica%C3%A7%C3%B5es/Politica%20Agricola%20Brasileira.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Sala%20de%20Imprensa/Publica%C3%A7%C3%B5es/Politica%20Agricola%20Brasileira.pdf)>.

MAPA, Projeções do Agronegócio Brasil 2011/2012 a 2021/2022. Projeções de longo Prazo. Acesso em: junho de 2014. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf)>.

MAPA, Projeções do Agronegócio Brasil 2012/2013 a 2022/2023. Projeções de longo Prazo. Acesso em: junho de 2013. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf)>.

MAPA, Seguro Rural. Disponível em fevereiro de 2014. Acesso em 12 de dezembro de 2014 em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/seguro-rural>>.

MAPA, PIB do agronegócio deve crescer 4% este ano. Disponível em fevereiro de 2014, <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2014/02/pib-do-agronegocio-deve-crescer-4porcento-este-ano>>. Acesso em 12 de dezembro de 2014.

MAPA, Mais um ano promissor para o agronegócio. Disponível em 2014, <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/RPA%201%202014%20-%20sem%20a%20marca%20do%20governo.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/RPA%201%202014%20-%20sem%20a%20marca%20do%20governo.pdf)>. Acesso em 20 de outubro de 2014.

MARTINS, G. N. O valor da opção de preservação do Parque dos Manguezais. 2007. 96 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

MIRANDA, Juiana, Agricultura no Nordeste do Brasil, Acesso em 05 de junho de 2014. Disponível em <<http://www.grupoescolar.com/pesquisa/agricultura-no-nordeste-do-brasil.html>>.

NELDER, J. A. E WEDDERBURN, R. W. M. Generalized linear models. Journal of the Royal Statistical Society A, local, V. 135, p. 370-384.

SABÓIA, Airton Valente. Expansão do cultivo de soja nos cerrados do Nordes. Acesso em 20 de outubro de 2014. Disponível em 2009: <<http://www.agenciaprodetec.com.br/prosa-a-verbo/44-a-expansao-do-cultivo-de-soja-nos-cerrados-do-nordeste.html>>

SANTOS, Milton. Por uma outra globalização. SP/RJ: Record, 2000. Acesso em 24 de fevereiro de 2015. Disponível em: [file:///C:/Users/Administrador/Desktop/juscelino\\_bezerra\\_eudamidas.pdf](file:///C:/Users/Administrador/Desktop/juscelino_bezerra_eudamidas.pdf).

SANT'ANA, Geraldo, Perspectivas, desafios e uma agenda para seu desenvolvimento. Acesso em 05 de junho de 2014. Disponível em 2006: <[www.cepea.esalq.usp.br/.../EspecialAgroCepea\\_all.doc](http://www.cepea.esalq.usp.br/.../EspecialAgroCepea_all.doc)>.

SANT'ANA, Geraldo, Agronegócio Brasileiro. Disponível em: julho de 2006 <[www.cepea.esalq.usp.br/.../EspecialAgroCepea\\_all.doc](http://www.cepea.esalq.usp.br/.../EspecialAgroCepea_all.doc)>. Acesso em 20 de outubro de 2014.

SANT'ANA, Geraldo, Perspectivas, desafios e uma agenda para seu desenvolvimento. Acesso em 05 de junho de 2014. Disponível em 2011: <[www.cepea.esalq.usp.br/.../EspecialAgroCepea\\_all.doc](http://www.cepea.esalq.usp.br/.../EspecialAgroCepea_all.doc)>.

SCHMIDT, C. M. C. Modelo de regressão de Poisson aplicado à área da saúde. Ijuí, 2003. 98 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Acesso em: 20 de julho de 2014.

SUASSUNA, João, A pequena Irrigação no Nordeste:algumas preocupações, Disponível em:2008,<[http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com\\_content&id=766&Itemid=376](http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&id=766&Itemid=376)>.

TODANO, Iara de Souza, Método de regressão de Poisson. Disponível em 2009, <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v12n2/a03v12n2>> . Acesso em: 20 de outubro de 2014.

TURKMAN, M. A. A. SILVA, G. Modelos lineares generalizados: da teoria à prática, 2000. Disponível em: <<http://docentes.deio.fc.ul.pt/maturkman/mlg.pdf>> Acesso em: 26 jul. 2007.

WERKEMA, M. C. C.; AGUIAR, S. Análise de regressão: como entender o relacionamento entre as variáveis de um processo. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni da Escola de Engenharia da UFMG, 1996. (Série Ferramentas da qualidade, 7).

VIEIRA, A. M. C. Modelagem simultânea de média e dispersão e aplicações na pesquisa agronômica. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008. 117 f.

## **APÊNDICE**



**Exemplo dos comandos utilizados para realizar análises e projeções no R-project**

```
banco_sojaexp=read.table(file.choose(),header=T)
attach(banco_sojaexp)
glm_exposoja<- glm(Expo_Soja ~ Ano, family=poisson(log), data=banco_sojaexp)
summary(glm_exposoja)
BIC(glm_exposoja)
plot(Ano,Expo_Soja)
lines(Ano,fitted(glm_exposoja),col=3)
oldpar<- par(oma=c(0,0,3,0), mfrow=c(2,2))
plot(glm_exposoja)
par(oldpar)
crPlots(glm_exposoja)
avPlots(glm_exposoja, id.method="identify")
influencePlot(glm_exposoja, id.method="identify")
trellis.device(theme="col.whitebg")
plot(allEffects(glm_exposoja), ask=FALSE)
novo1=data.frame(Ano=c(2004,2005,2006,2007,2008,2009,2010,2011,2012,2013,2014,2015,
2016,2017,2018,2019,2020))
projecao = exp(predict(glm_exposoja, novo1, interval='confidence'))
projecao
```